

M. K. Schmid, D. Piepenburg, Institut für Polarökologie

Fahrtbericht der makrobenthologischen Arbeitsgruppe während der EPOS-II (SEAS) Expedition zum nördlichen Barentsmeer-Shelf

Die Ökologie der Gewässer am Rande des Arktischen Ozeans ist nur wenig untersucht. Während der Polarsternreise Ark VIII/2 waren die hoch-arktischen und eisbedeckten Gewässer nördlich und östlich des Kontinentalrandes von Svalbard das Ziel der Untersuchungen. Sie wurden im Rahmen der internationalen EPOS II-Studie (SEAS) durchgeführt. Das benthische Programm dieser Reise sollte einen Beitrag zum Verständnis der benthisch-pelagischen Kopplung in diesen polaren Regionen beitragen.

Zielsetzung

Im Rahmen einer gemeinsamen benthologischen Studie, die verschiedene Forschungsvorhaben und Wissenschaftler vereinigte, konzentrierte sich unsere Arbeitsgruppe auf die Untersuchung des Makrobenthos. Die Untersuchungen gliedern sich wie folgt in drei Abschnitte: (1) eine faunistische Bestandsaufnahme und die zoogeographische Analyse, (2) die Abgrenzung von Gemeinschaften und die Analyse ihrer räumlichen Verteilung, faunistischen Zusammensetzung und ökologischen Struktur und (3) in Untersuchungen von Verteilungsmustern, Populationsstrukturen, sowie autökologischer Adaptationen ausgewählter Schlüsselarten.

Die Ergebnisse werden unter folgenden Fragestellungen mit Ergebnissen aus anderen arktischen und antarktischen Gebieten (Framstraße, Weddellsee) verglichen:

- Welche Arten kommen auf dem Schelf und den angrenzenden tieferen Gebieten vor? Gibt es einen Trend zur Eurybatie in der Tiefenverteilung typischer polarer Arten? Dominieren "autochthone" Arten oder Immigranten aus borealen Gebieten die Fauna? Welche Aussagen können wir aufgrund der momentanen Artenverteilung über die Herkunft und evolutive Geschichte der Fauna machen?
- Wie sind die Gemeinschaften in Bezug auf Verteilungsmuster und strukturelle Attribute (i.e. faunistische Zusammensetzung, Diversität, bevorzugter Lebensstyp, Größenspektrum) charakterisiert und welche Faktoren verursachen dies?
- Haben die Verteilungsmuster benthischer Populationen verschiedene räumliche Skalen (lokal= innerhalb der Station, regional= zwischen den Stationen)? Welche Ursachen haben die beobachteten Muster?
- Welche Informationen können über das Wachstum, Produktion und den Lebenszyklus aus den Populationsstrukturen ausgewählter Arten gewonnen werden? Welcher Art und von welcher Dauer ist ihr Lebenszyklus? Gibt es Adaptationen an die polaren Gegebenheiten in Bezug auf Wachstumsmuster und die Reproduktionsstrategie?
- Gibt die metabolische Leistung ausgewählter polarer Arten, gemessen als Respirationsrate, Aufschluß über eine evolutive Kälteadaptation? Wie hoch sind die Energieflüsse und die Produktivitätsraten der makrobenthologischen Populationen, abgeschätzt durch metabolische Messungen im Vergleich zu Ergebnissen aus anderen, unabhängigen Methoden?
- Welche Rolle spielen Lipide im Energiebudget polarer Arten? Welche Aussagen können aufgrund des Lipidgehalts und der Zusammensetzung über zeitliche Muster in der Nahrungszufuhr und den trophischen Beziehungen getroffen werden?

Die Verknüpfung der unterschiedlichen Resultate wird es uns ermöglichen (1) die Beziehungen zwischen Gemeinschafts- und Populationsstruktur, Verteilungsmuster, autökologische Adaptationen und die Umweltfaktoren abzuschätzen. Und (2) die Schlüsselfaktoren zu ermitteln, die die verschiedenen polaren Schelfökosysteme formen.

Während des SEAS-Projektes wurde besonderer Wert auf (a) die Analyse der Verteilung und Zusammensetzung makrobenthischer Gemeinschaften und (b) die Abschätzung der Abundanz, Verteilungsmuster epibenthischer Populationen mittels Unterwasserkameras (Photographie, Video) und (c) Respirationsmessungen an ausgewählten makrobenthischen Arten gelegt.

Probennahme

Es wurden verschiedenartigste Probennahmegeräte eingesetzt, um (1) soviel Information als möglich über die untersuchten Biotope zu gewinnen und (2) ein möglichst weites Größenspektrum vom Meiobenthos bis Megabenthos zu erfassen:

Um das Arteninventar des Megaepibenthos aufzunehmen, wurde zum einen das Unterwasserkamera-System OFOS (Ocean-Floor-Observation- System) mit kombinierter Video- und Photokamera Ausrüstung, die Piepenburg'sche Photoschaukel und zum anderen ein traditionelles Agassiz-Trawl (AGT) eingesetzt. Zusätzlich wurde ein großes Grundschieppnetz gefahren, um vagile suprabenthische Tiere, die vom AGT nicht adequat gefangen werden, zu erfassen. Zur Erfassung der makrobenthischen und meiobenthischen Infauna wurden Großkastengreifer (GKG) oder Multigreifer (MG) eingesetzt.

Auf insgesamt 37 Stationen wurden auf dem Schelf sowie am Schelfhang der Gewässer um Spitzbergen Proben genommen (Tab.1, Fig.1). Der Stationsplan wurde so gelegt, daß er für die angestrebten vergleichenden Analysen verschiedene Gradienten abdeckte. Diese sind: ein topographischer Gradient (Schelf-Schelfhang; Bank-Senke), großskalige Hydrographie (West Spitzbergen Strom - "Atlantischer Randstrom" am Schelfhang- Arktisches Schelfwasser), Eisregime (permanente Eisbedeckung-saisonale Eisbedeckung) und Zoogeographie (nach Osten hin sinkender atlantischer und steigender kontinentaler Einfluß an der Schelfkante). Die Probennahme wurde auf (1) vier Schelf-Schelfhang Transsekte (a) Kongsfjordrenna, (b) Yermak Plateau, (c) Seven Islands (Sjuøyane) und (d) Nansen Basin Hang; (2) die Storfjord Region und (3) ein langes Transsekt, welches den arktischen Barents-seeschelf vom Kvitøya renna im Norden bis zur zentralen Barentssee im Süden der Stor Bank kreuzt, konzentriert.

Auf 16 Stationen konnten auf jeweils derselben Station verschiedene Probennahmegeräte eingesetzt werden (Tab.1). Trawls konnten auf 25 Stationen (20 AGT Fänge, 5 GSN Fänge) eingesetzt werden. Das Unterwasserkamerasystem OFOS wurde auf 20 Stationen und die sogenannte Piepenburg'sche Photoschaukel auf 13 Stationen eingesetzt. Eine qualitative Probennahme erfolgte neunmal mit dem Multigrab und zehnmal mit dem Großkastengreifer.

Die autökologischen Studien ausgewählter Schlüsselarten des benthischen Ökosystems werden folgendes beinhalten: (1) die Ermittlung populationsdynamischer Parameter wie Größen-Häufigkeitsverteilung, Altersklassen, Geschlechtsraten, Fruchtbarkeit; (2) die biochemische Analyse verschiedener Körperbestandteile unter besonderer Berücksichtigung des Lipidgehaltes und dessen Zusammensetzung; (3) ökophysiologische Experimente an lebenden Organismen. Die erwähnten Schlüsselarten repräsentieren verschiedene Lebensstrategien wie: Suspensionsfresser, Depositfresser, Räuber oder auch sessile und vagile Organismen.

Die lebenden Organismen, welche ca. 50 Arten umfassen, wurden an Bord in einem speziellen Kühlcontainer gehalten. In Kiel werden die an Bord begonnenen ökophysiologischen Untersuchungen dann weitergeführt. Ihr Verhalten und ihre metabolische Reaktion auf Veränderungen der Umwelt wie z.B. Temperatur und Nahrungsangebot werden studiert. Dies beinhaltet die Messungen der metabolischen Aktivität als Respirationrate.

Für populationsdynamische Untersuchungen wurden alle Individuen der betreffenden Art aussortiert (bei einer zu großen Probe auch nur eine Unterprobe) und entweder tiefgefroren (-25° C) oder in einer Formalin-Seewasserlösung (4%) konserviert.

Für biochemische Analysen wurden insgesamt 15 Proben genommen und bei -80°C eingefroren.

Vorläufige Ergebnisse

Netzfänge

278 Arten wurden aus den Netzfängen vorläufig an Bord bestimmt.

Dabei gehörten 33 Arten zur Klasse Polychaeta, 39 Arten zu den Mollusca, 70 Arten zu den Crustacea, 44 Arten zu den Echinodermata und 41 Arten zu den Fischen. Die Anzahl der Arten pro Station reichte von 18 bis 72 für die AGT-Fänge und von 43 -74 für die GSN-Fänge. Einige nur schwer zu bestimmende Taxa (Schwämme, Bryozoen, Hydrozoen, Gastropoden etc.) konnten an Bord nicht ausgewertet werden und werden die Artenzahlen noch erhöhen.

In den meisten Fängen waren die Echinodermen die zahlenmäßig dominanteste Tiergruppe (*Ctenodiscus crispatus*, *Pontaster tenuispinus*, *Strongylocentrotus pallidus*, *Ophiacantha bidentata*, *Ophiopholis aculeata*, *Ophiura sarsi*, *Ophiocten sericeum*, *Molpadia arctica*). In einigen Fängen erreichten jedoch auch Schwämme, Mollusken (*Astarte crenata*, *Bathyarca glacialis*), Crustaceen (*Pandlus borealis*) und Fische zahlenmäßig einige Bedeutung.

Die Zusammensetzung der Fänge ist sehr stark vom verwendeten Gerät (z.B. Maschenweite) und seiner spezifischen Fängigkeit für bestimmte Organismen abhängig.

Erste Analysen zur Zusammensetzung der Fänge zeigen, daß es ausgeprägte Gemeinschaften auf der Schelfbank, in den Schelfrinnen und den tieferen Schelfhangregionen gibt. Die Schelfbank ist durch eine auf Steinen lebende Hartboden- und Kalkschalen tragende Gemeinschaft ausgezeichnet. Demgegenüber dominieren Infaunaarten den Weichboden des Schelfhangs und besonders den der tiefen Rinnen. Daraus läßt sich schließen, daß Sedimente am Schelfrand einer Erosion unterworfen werden und/oder durch starke Bodenströmungen resuspendiert werden. Am Schelfhang und in den Rinnen finden sich eher Akkumulationsgebiete.

Ein überraschendes Resultat ist der zahlreiche Fund der sub-arktischen Art *Pandalus borealis* am nördlichen Barentsmeerhang. Diese zeigen, (1) daß das Untersuchungsgebiet zoogeographisch nicht vollständig von sub-arktischen Regionen isoliert ist, und (2) daß das Nahrungsangebot offensichtlich für die betrachteten Arten durch einen relativ hohen Eintrag organischer Substanz, die aus südlicheren produktiveren Gegenden advectiert ist (der Barentssee Schelf oder die Gewässer westlich Spitzbergs), ausreichend ist.

Es gibt starke Anhaltspunkte, daß der Untersuchungszeitraum (Juli) mit der Reproduktionszeit vieler benthischer Arten zusammenfällt. Zahlreiche weibliche Amphipoden und Decapoden und männliche Pantopoden trugen reife Eier und vereinzelt auch leere Eihüllen, was ein Anzeichen für eine gerade geschlüpfte Brut ist. Außerdem wurden auch vereinzelt junge tragende Isopoden und Pantopoden gefunden. Dies läßt sich sehr gut mit den Ergebnissen der pelagischen Untersuchungen korrelieren, die sehr hohe Abundanzen an meroplanktischen Larven aufzeigen.

Video- und Kamerauntersuchungen

Der Einsatz des OFOS lieferte ca. 16 Stunden Videoaufzeichnungen verschiedener Transsekte und ca. 4000 stereoskopische Bilder.

Mit der "Fotoschaukel" (FTS) wurden 842 Bilder von jeweils 1m² Bodenansicht gemacht (Tab.1). Auf den 13 Stationen wurden jeweils ca. 70-80 Dias auf einem Transsekt von ca. 300m aufgenommen. Die schon an Bord entwickelten Bilder machen deutlich, daß die auf den Photos enthaltenen Informationen über die benthischen Biotope unser Wissen aus den Trawl- Fängen erheblich erweitern. Die Bilder geben eine in-situ Ansicht des benthischen Habitats und werden hinsichtlich absoluter Abundanzen und kleinskaliger Verteilungsmuster epibenthischer Arten ausgewertet. Die exzellente Qualität der Dias ermöglicht es sogar, kleinere Organismen zu identifizieren.

Respirationsmessungen

Die Respirationsuntersuchungen wurde mit zwei verschiedenen Methoden durchgeführt: (1) der Messung mit Hilfe einer intermittent-flow Respirationsanlage und (2) mit Hilfe eines closed-bottle Systems. Um eine konstante Temperatur zu erzielen, wurden beide Systeme in einer speziellen 1*2m großen Kühltruhe installiert.

Insgesamt wurde der Sauerstoffverbrauch von 20 verschiedenen Arten gemessen, die einen unterschiedlichen Lebens- und Ernährungstypus darstellten.

Die Messungen an Bord dienten dazu, einen unmittelbaren Eindruck des Sauerstoffverbrauchs frisch gefangener Tiere zu bekommen. Außerdem konnten so auch Tiere gemessen werden die nur sehr schlecht in Aquarien zu halten sind (einige Amphipoden, Schlangensterne).

Das kontinuierlich messende intermittent-flow Respirometer zeigte, daß es große Variationen im Sauerstoffverbrauch der Tiere während der Versuchsuchsphase gibt. Dafür kann es verschiedene Ursachen geben. Zuerst spielt natürlich der Stress eine gewisse Rolle, insbesondere bei vagilen Organismen. Vorhergehende Messungen zeigen jedoch, daß eine Akklimation des Tieres an die Versuchskammer schon nach einigen Stunden stattfindet.

Der Sauerstoffverbrauch von Tieren mit einem unterschiedlichen Lebensstil unterschied sich in starkem Maße voneinander. Vagile Räuber (*Sclerocrangon ferox*) haben Sauerstoffverbräuche, die genauso hoch sind wie die kleinerer benthischer Fische, wobei Substrat fressende Schlangensterne oder Polychaeten sehr geringe Sauerstoffverbräuche haben.

Eine Größenabhängigkeit der Verbrauchsraten konnte bis jetzt nicht ermittelt werden. Dazu müssen noch zusätzliche Experimente in Kiel durchgeführt werden. Messungen an Amphipoden, die in Fischreusen gefangen wurden, zeigten sehr hohe Verbrauchswerte. Diese Tiere wurden durch Fischköder angelockt und hatten somit kurz

vor der Messung große Nahrungsmengen konsumiert. Amphipoden aus Trawlfängen zeigten dagegen sehr viel geringere Sauerstoffverbrauchsrate.

Weitere Messungen in Kiel werden die vorläufigen Resultate noch weiter festigen und eine Antwort auf die oben ausgeführten Zielsetzungen geben. Andere Experimente werden zeigen, ob es eine "Domestizierung" von Tieren gibt, die über längere Zeiträume in Aquarien gehalten werden.

Aussichten

Das während der EPOS II Expedition durchgeführte benthologische Forschungsprogramm beinhaltete viele verschiedene Forschungsansätze, die auf verschiedene Größenklassen der benthischen Bodenfauna ausgerichtet waren. Es gab z.B. Analysen der Verteilung und Struktur meiobenthischer- und makrobenthischer Gemeinschaften, Abschätzungen der micro- und mesoskaligen Verteilungsmuster benthischer Populationen und Messungen der metabolischen Aktivität sowohl auf Gemeinschafts-(Micro- und Meiobenthos) als auch auf Individuenebene (Makrobenthos). Die verschiedenen Untersuchungen wurden durch eine gemeinschaftliche Arbeitsgruppe von Wissenschaftlern verschiedener Länder durchgeführt, die sowohl in Bezug auf die Probennahme als auch in der Bewertung und Interpretation der Ergebnisse zusammenarbeiten.

Die Bewertung und synoptische Interpretation der Daten wird während verschiedener Workshops durchgeführt.

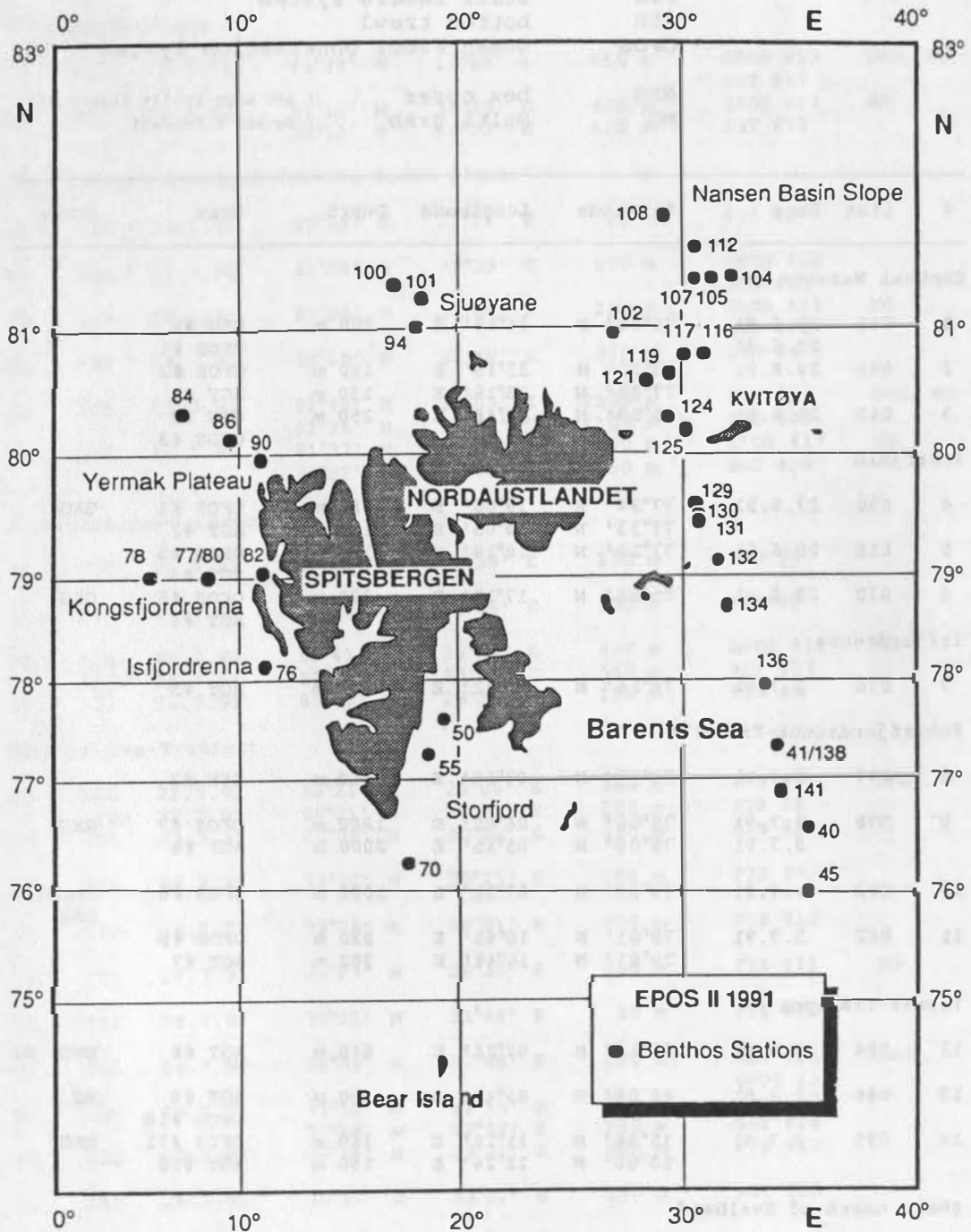


Fig. 1: Karte der Benthos Stationen während EPOS II (Polarstern ARK VIII/2)

Tab. 1: Liste der benthologischen Stationen während ARK VIII/2

		Gears:		AGT	Agassiz trawl		
				FTS	still camera system		
				GSN	bottom trawl		
				OFOS	Ocean Floor Observation System		
				GKG	box corer) see also cruise report of	
				MG	multi grab) Rachor & Kendall	
#	Stat	Date	Latitude	Longitude	Depth	Gear	other
Central Barents Sea							
1	040	22.6.91	76°36' N	34°50' E	200 m	GSN #1	
		23.6.91				OFOS #1	
2	041	24.6.91	77°22' N	33°18' E	150 m	OFOS #2	
			77°21' N	33°19' E	150 m	AGT #1	
3	045	25.6.91	75°59' N	34°48' E	250 m	GSN #2	
						OFOS #3	
Storfjord							
4	050	27.6.91	77°34' N	19°06' E	180 m	OFOS #4	GKG
			77°33' N	19°05' E	180 m	AGT #2	
5	055	28.6.91	77°12' N	18°19' E	100 m	OFOS #5	
						AGT #3	
6	070	29.6.91	75°59' N	17°10' E	320 m	OFOS #6	GKG
						AGT #4	
Isfjordrenna							
7	076	1.7.91	78°16' N	10°42' E	340 m	AGT #5	
Kongsfjordrenna-Transect							
8	077	2.7.91	79°09' N	07°59' E	960 m	GSN #3	
9	078	2.7.91	79°00' N	06°00' E	1800 m	OFOS #7	GKG
		3.7.91	79°00' N	05°45' E	2000 m	AGT #6	
10	080	4.7.91	79°02' N	07°51' E	1000 m	OFOS #8	St.077
							GKG
11	082	5.7.91	79°01' N	10°45' E	330 m	OFOS #9	
			79°01' N	10°48' E	300 m	AGT #7	
Yermak-Transect							
12	084	6.7.91	80°19' N	07°28' E	640 m	AGT #8	GKG, MG
13	086	7.7.91	80°08' N	09°49' E	550 m	AGT #9	MG
						OFOS #10	
14	090	8.7.91	79°58' N	11°15' E	160 m	OFOS #11	GKG
			80°00' N	11°24' E	150 m	AGT #10	
Shelf north of Svalbard							
15	094	9.7.91	81°02' N	18°30' E	190 m	FTS #1	
						OFOS #12	

for continuation of Tab.1 see next page

Tab. 1: Fortsetzung

#	Stat	Date	Latitude	Longitude	Depth	Gear	other
Sjuøyane-Transect							
16	100	11.7.91	81°22' N	17°28' E	850 m	OFOS #13 AGT #11	GKG, MG
17	101	12.7.91	81°12' N	18°35' E	400 m	OFOS #14	MG
			81°12' N	18°33' E	400 m	AGT #12	
Northeastern Transect (Nansen Basin Slope)							
18	102	13.7.91	80°58' N	27°14' E	90 m	FTS #2	
19	104	14.7.91	81°26' N	31°39' E	200 m	OFOS #15 AGT #13	
20	105	15.7.91	81°25' N	31°00' E	240 m	OFOS #16 AGT #14	MG
21	107	16.7.91	81°25' N	30°40' E	350 m	GSN #4	
22	108	17.7.91	81°40' N	30°05' E	2500 m	FTS #3	GKG, MG
23	112	19.7.91	81°36' N	30°28' E	2100 m	AGT #15	MG
			81°32' N	30°40' E	900 m	OFOS #17	
			81°32' N	31°05' E	850 m	AGT #16	
Kvitøyaenna-Transect							
24	116	20.7.91	80°50' N	30°39' E	100 m	FTS #4	
25	117	20.7.91	80°50' N	30°06' E	200 m	FTS #5	
26	119	20.7.91	80°45' N	29°29' E	470 m	OFOS #18	MG
27	119a	21.7.91	80°43' N	29°07' E	550 m	AGT #17	
	121	21.7.91	80°43' N	28°32' E	150 m	FTS #6	
Barents-Sea-Transect							
28	124	22.7.91	80°21' N	29°08' E	360 m	FTS #7	GKG
	124a	22.7.91	80°21' N	29°21' E	280 m	FTS #8	
29	125	23.7.91	80°08' N	30°02' E	290 m	GSN #5	
30	129	24.7.91	79°30' N	30°25' E	100 m	FTS #9	
31	130	24.7.91	79°28' N	30°31' E	230 m	FTS #10	
32	131	24.7.91	79°27' N	30°30' E	330 m	FTS #11	MG
33	132	24.7.91	79°11' N	31°44' E	80 m	FTS #12	
34	134	24.7.91	78°39' N	32°09' E	280 m	AGT #18 OFOS #19	GKG
35	136	25.7.91	77°59' N	32°55' E	150 m	OFOS #20	
36	138	25.7.91	77°59' N	32°58' E	140 m	AGT #19	
			77°28' N	33°01' E	160 m	FTS #13	
37	141	26.7.91	76°57' N	33°31' E	150 m	AGT #20	